Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Paper
Vol. 14, No. 3, Fall 2022, p. 399-412

Effects of Biochar with Vitamin C as Replacement of Dietary Mineral Supplements on Performance and Egg Shell Quality of Laying Hens

Fatemeh Ahmadi [1], Mohsen Afsharmanesh[2*], Mohammad Salarmoini [2]

Received: 27-04-2021 Revised: 03-08-2021 Accepted: 28-11-2021 Available Online: 13-11-2022	**How to cite this article:** Ahmadi, F., Afsharmanesh, M., & Salarmoini, M. (2022) Effects of biochar with vitamin C as replacement of dietary mineral supplements on performance and egg shell quality of laying hens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *14*(3), 399- 412. DOI: 10.22067/ijasr.2021.70097.1021

Introduction: Humate material was used as feed additives in poultry nutrition. The biochar as a useful fertilizer in agriculture industry is a humate material that increases growth of plants. This fertilizer can as an additive be use in the poultry and animals feed, due to has many minerals material and two organic acid (humic and fulvic) in its compound. The reduce cost of diet in poultry industry for egg production, is an important goal. The biochar as a dietary additive is easily derived from burn organic material and agriculture byproduct. In recent years, several studies have been conducted to determine the effect of humic acid as an additive on performance poultry. In a study, dietary supplementation of laying hens with humic acid improves the performance and egg shape index. Investigating the effect of biochar as replacement of dietary mineral supplements on performance and egg shell quality of laying hens is rare. One of the properties of vitamin C (VC) is chelating properties, and with this property, it increases the intestinal absorption of minerals in birds. Therefore, this study was conducted to investigate the effects of biochar (as a humate material) in five levels and vitamin C in two levels as replacement of dietary mineral supplements on performance and egg shell quality of laying hens.

Materials and Methods: The current experiment was conducted to evaluate the effects of biochar with vitamin C as replacement of mineral supplement in diet of laying hen. A total of 400 laying hens of Bovans strain, were randomly assigned to 10 experimental groups in a 5×2 factorial treatment arrangement with five replications and eight laying hens in each replicate during three 30-day periods. Factors tested included biochar levels (0, 25, 50, 75, and 100% replacement with mineral supplements of diet) and vitamin C levels (0 and 100 mg/kg of diet). The feed intake, feed conversion ratio and daily weight gain were determined. Records of the feed intake were taken on by daily basis. Feed conversion ratio was calculated as grams of feed consumed to grams of egg mass. To determine egg shell quality characteristics, the shape index was calculated by using egg height and egg width. The egg specific gravity was evaluated by floating eggs in soluble of water and salt with different density. The egg breaking strength was measured by resistance meter.

Results and Discussion: Replacing biochar levels from 25 to 100% mineral supplement of diet, with and without vitamin C, had no effect on performance characteristics (feed intake, feed conversion ratio and daily weight gain) and egg shell quality traits (egg shape index, egg specific gravity and egg breaking strength) in total of period of the experiment (50 to 61 weeks of age). The levels of 25 and 50% biochar, plus vitamin C in diet decreased feed intake in the first period. Whereas, the level of 75% biochar, plus vitamin C in diet increased feed intake in this period. The egg shape index with the addition of vitamin C in diet decreased in the third period. The reason of no significant effect of biochar on performance and egg shell quality can be due to the different sources and amounts of biochar in poultry diet. The reason of no significant effect of vitamin C on performance and egg shell quality in laying hens can be due to the bird environmental temperature. The use of vitamin C in diet of laying hens under heat stress improves their performance. Whereas, this study was performed in normal environmental

1- M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
*Corresponding Author Email: mafshar@uk.ac.ir

temperature. The second reason is the chelating properties of vitamin C, that can be increased absorption minerals in birds intestinal. But due to advanced digestive tract of laying hens, maybe decrease its properties.

Conclusion: The results of present study showed that biochar across all levels had similar cost with control group, and it had no effect on egg shell quality and performance of laying hens. There was no significant interaction between biochar and vitamin C regrding to performance, egg shell quality traits and cost of diet during 50 to 61 weeks of age, too. Therefore, biochar can be completely replaced with dietary mineral supplements of laying hens due to its low cost, high availability, easy production without adverse effects on performance and egg quality traits.

Keywords: Biochar, Egg shell quality, Humic acid, Laying hen, Vitamin C.

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: https://ijasr.um.ac.ir/

مقاله پژوهشی

اثرات جایگزینی بیوچار به همراه ویتامین C با مکمل معدنی جیره بر عملکرد و کیفیت پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار

فاطمه احمدی[۱]، محسن افشارمنش[۲*]، محمد سالارمعینی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۵/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۷

احمدی، ف.، افشارمنش، م.، و سالار معینی، م. (۱۴۰۱). اثرات جایگزینی بیوچار به همراه ویتامین C با مکمل معدنی جیره بر عملکرد و کیفیت پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار. *پژوهش‌های علوم دامی ایران*، ۱۴ (۳)، ۴۱۲-۳۹۹.

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی اثرات جایگزینی بیوچار به‌همراه ویتامین C با مکمل معدنی جیره بر عملکرد و کیفیت پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار انجام شد. این آزمایش با ۴۰۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه بوونز در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت آزمایش فاکتوریل (۲×۵) با ۱۰ تیمار، پنج تکرار و هشت قطعه مرغ تخم‌گذار در هر تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح بیوچار (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ در صد مکمل معدنی جیره) و دو سطح ویتامین C (صفر و ۱۰۰میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره) بودند. در کل دوره آزمایش، شاخص‌های عملکردی نظیر مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و اضافه وزن روزانه مرغ‌ها و فراسنجه‌های کیفی پوسته تخم‌مرغ ازجمله شاخص شکل، وزن مخصوص و مقاومت پوسته و هزینه جیره برای تولید هر کیلوگرم تخم‌مرغ، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که استفاده از بیوچار به‌عنوان جایگزینی با قابلیت دسترسی و تولید آسان، برای مکمل معدنی جیره (تا سطح ۱۰۰ درصد) تأثیر منفی بر عملکرد و کیفیت پوسته تخم‌مرغ مرغ‌های تخم‌گذار نداشت.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، بیوچار، کیفیت پوسته تخم‌مرغ، مرغ‌های تخم‌گذار، ویتامین C.

مقدمه

به‌طور کلی، گوشت و تخم طیور، دو منبع غذایی مهم برای انسان‌ها به شمار می‌روند، که تهیه جیره طیور بیشترین هزینه را برای تولید این دو منبع غذایی به خود اختصاص می‌دهد. در برخی از پژوهش‌ها ترکیبات هیومیکی به‌دلیل اثرات مفید در تغذیه طیور به‌صورت افزودنی، برای کاهش هزینه جیره استفاده می‌شوند، زیرا افزودنی‌های خوراکی اثرات سودمندی را در تغذیه طیور از خود به‌جای می‌گذارند (Yoruk *et al*., 2004). این ترکیبات، از تجزیه گیاهان و مواد آلی تحت شرایط کم‌هوازی و یا بی‌هوازی به‌وجود می‌آیند (Beesley and Dickinson, 2011).

بیوچار نیز یکی از ترکیبات هیومیکی است که امروزه در کشاورزی به‌منظور حاصلخیزی و بهبود کیفیت خاک استفاده می‌شود (Lehmann and Joseph, 2009). از آن جایی که با گسترش کشاورزی، ضایعات حاصل از آن نیز افزایش می‌یابد، می‌توان با فرآوری این ضایعات و تبدیل آن به کود مفیدی به‌نام بیوچار، به مدیریت ضایعات کشاورزی پرداخت. بیوچار دارای بسیاری از مواد معدنی کم‌مصرف، پرمصرف و همچنین دو اسید آلی (هیومیک و فولویک) در ترکیب خود است.

اسید هیومیک که یکی از اجزای اصلی ترکیبات هیومیکی است،

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email: mafshar@uk.ac.ir

DOI: 10.22067/ijasr.2021.70097.1021

در برخی از تحقیقات به‌عنوان افزودنی در جیره طیور نیز استفاده می‌شود. مکمل هیومات در بهبود فلور روده پرنده، لالا و همکاران (Lala et al., 2017) و بالا بردن سطح ایمنی بدن حیوان نقش دارد (Parks et al., 1986). مطالعاتی که در خصوص استفاده از مکمل هیومات در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار انجام شد، نشان داد که این مکمل سبب بهبود فراسنجه‌های عملکردی می‌شود (Hayirli et al., 2005). همچنین در پژوهشی که روی مرغ تخم‌گذار انجام شد، محققین عنوان کردند که با استفاده از مکمل هیومات تا ۰/۳ درصد جیره، متغیرهای عملکردی و شاخص‌های کیفیت تخم‌مرغ، ازجمله شاخص شکل بهبود یافته، امّا این مقدار از مکمل هیومات، وزن مخصوص و مقاومت پوسته را تحت تأثیر قرار نداد (Macit et al., 2009).

در مورد بیوچار مطالعات کمی در دسترس است و در اکثر آزمایش‌ها اسید هیومیک مورد مطالعه قرار گرفته است. با این حال، گزارش‌هایی مبنی بر اثربخش بودن بیوچار در جیره طیور یافت می‌شود که این ترکیب به‌عنوان مکمل خوراکی، علاوه‌بر بهبود هضم، سبب بهبود کارایی خوراک، تولید گوشت و تخم‌مرغ شده و برخی از بیماری‌ها را نیز کاهش می‌دهد (Gerlach and Schmidt, 2012). ویتامین C نیز به‌عنوان یک کیلاتور، در برخی از پژوهش‌ها استفاده شده است که با این خاصیت قادر است با عناصر معدنی نظیر آهن باند شود (Elalfy et al., 2015). در این پژوهش نیز ویتامین C به‌منظور بهبود قابلیت جذب عناصر معدنی بیوچار در روده پرنده و به دنبال آن بهبود عملکرد و کیفیت پوسته تخم‌مرغ استفاده شد.

بنابراین، بیوچار به‌دلیل دارا بودن بسیاری از مواد معدنی کم‌مصرف، پرمصرف و دو اسید آلی هیومیک و فولویک به‌عنوان دو کیلاتور مثبت در ترکیب خود و با توجه به خاصیت کیلاتوری ویتامین C، شاید بتواند هزینه تهیه جیره را کاهش داده و به‌عنوان جایگزینی برای مکمل معدنی جیره استفاده گردد. علاوه‌براین با توجه به عدم تاریخ انقضاء بیوچار، تولید آسان این ترکیب از مواد آلی مختلف، وجود معادن این ترکیب در کشور و عدم نیاز به واردات، می‌توان این ترکیب را در هر زمان مورد استفاده قرار داد. در حالی که مکمل معدنی، علاوه‌بر دارا بودن تاریخ انقضاء، تنها دارای مواد معدنی کم‌مصرف بوده و اکثر اجزای تشکیل‌دهنده آن وارداتی است، که این مسئله سبب خروج مقادیر زیادی ارز از کشور می‌شود. همچنین استفاده از بیوچار محدود به خوراک دام و طیور نبوده و در زمینه‌های مختلف ازجمله داروسازی، کشاورزی و حفظ محیط زیست کاربرد دارد. زمانی که بتوان از بیوچار به‌عنوان جایگزین مکمل معدنی در جیره استفاده کرد، می‌توان اجزای خالص مکمل معدنی را در سایر زمینه‌ها به‌کار برد، که این امر سبب صرفه‌جویی در وقت و هزینه نیز می‌شود. بنابراین، در این مطالعه اثر جایگزینی پنج سطح بیوچار به‌همراه دو سطح ویتامین C با مکمل معدنی جیره بر عملکرد و کیفیت پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی اثرات جایگزینی بیوچار به‌همراه ویتامین C با مکمل معدنی جیره بر عملکرد و کیفیت پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار در ایستگاه تحقیقات علوم دامی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. در این طرح، از ۴۰۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه بوونز با سن ۵۰ هفته استفاده شد. آزمایش به‌مدت ۱۲ هفته در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با آزمایش فاکتوریل (۵×۲) شامل ۱۰ تیمار، پنج تکرار و هشت قطعه مرغ تخم‌گذار در هر تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح بیوچار (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مکمل معدنی جیره) و دو سطح ویتامین C (صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم در هرکیلوگرم جیره) بودند. پودر بیوچار به‌صورت مستقیم از معدن بیوچار کوهبنان کرمان تهیه و پس از آنالیز توسط شرکت و تائید عدم آلودگی این ترکیب به باکتری‌های ای‌کلای و سالمونلا دریافت شد. آنالیز عناصر و مواد مغذی ترکیب بیوچار در جدول ۱ ارائه شده است.

ویتامین C مورد آزمایش نیز به فرم انولیک با درصد خلوص ۹۹، محلول در آب، با شماره ثبت (CAS 50-81-7، تحت گواهی ORGANIC, ISO,HALA, KOSHER) تهیه شد. در کل دوره آزمایشی، ۱۶ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی اعمال شد. دسترسی به آب و دان به‌طور آزادانه فراهم شده و جیره‌ها از نظر مقدار انرژی و پروتئین خام مشابه بودند. ترکیب شیمیایی جیره پایه نیز بر اساس احتیاجات تغذیه‌ای سویه تجاری بوونز تنظیم شد (جدول ۲). رکوردگیری در سه دوره ۳۰ روزه انجام شد. خوراک مربوط به هر تیمار در ابتدای روز و در ساعت و مقداری مشخص به مرغ‌ها داده شده و در ابتدای روز بعد، خوراک باقی‌مانده از روز قبل جمع‌آوری و با ترازوی با دقت ۰/۰۱± توزین شد، سپس مصرف خوراک هر تیمار به‌صورت روزانه و از طریق رابطه یک محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک نیز پس از محاسبه مصرف خوراک و با توزین تخم‌مرغ‌های هر تیمار با ترازوی با دقت ۰/۰۱± از طریق رابطه دو محاسبه شد.

معادله (۱)

مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز) = (وزن دان اولیه هر واحد آزمایشی (گرم)− وزن دان باقی‌مانده هر واحد آزمایشی (گرم))

معادله (۲)

ضریب تبدیل خوراک = (مصرف خوراک هر واحد آزمایشی÷ گرم تخم‌مرغ تولیدی هر واحد آزمایشی)

جدول ۱- آنالیز عناصر و مواد مغذی ترکیب بیوچار

Table 1- Ingredients and nutrients analysis of biochar

تجزیه ترکیب شیمیایی Chemical composition	برحسب درصد Percentage
انرژی (کیلوکالری بر کیلوگرم) Energy (kcal/kg)	48.5
فیبر خام Crude fiber	5.18
پروتئین خام Crude protein	1.46
چربی خام Ether extract	0.1<
خاکستر Ash	87.97
کلسیم Calcium	0.60
فسفر Phosphorus	0.04
سلنیوم Selenium	<0.01
مس Copper	0.01
ید Iodin	<0.01
آهن Iron	6.9
منگنز Manganese	0.02
روی Zinc	0.01
اسید هیومیک خالص Humic acid	1.6
اسید فولویک خالص Fulvic acid	0.06
ماده آلی Organic matter	12.03

پس از توزین مرغ‌های هر تیمار با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱± در ابتدا و انتهای دوره، اضافه وزن روزانه مرغ‌های هر تیمار از طریق رابطه زیر محاسبه گردید.

معادله (۳)

مرغ روز = تعداد مرغ در هر قفس× تعداد روزهای دوره

معادله (۴)

اضافه وزن روزانه = (وزن هر تیمار در انتهای دوره− وزن هر تیمار در ابتدای دوره+ وزن تلفات هر تیمار)÷ مرغ روز

در سه روز پایانی هر دوره تعداد دو عدد تخم‌مرغ از هر تکرار جمع‌آوری و به‌منظور تعیین صفات کیفی پوسته تخم‌مرغ ازجمله شاخص شکل، وزن مخصوص و مقاومت پوسته به آزمایشگاه منتقل شد. برای تعیین شاخص شکل تخم‌مرغ، ابتدا طول و عرض تخم‌مرغ با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد، سپس از تقسیم عرض (میلی‌متر) بر طول تخم‌مرغ (میلی‌متر) و ضرب عدد حاصل شده در ۱۰۰، شاخص شکل تخم‌مرغ محاسبه شد (Olobatoke and Mulugeta, 2011).

در این پژوهش، وزن مخصوص تخم‌مرغ با استفاده از روش شناور نمودن تخم‌مرغ در محلول آب نمک، اندازه‌گیری شد. به این صورت که ابتدا محلول‌های آب نمک با غلظت‌هایی از (۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷ و ۲۸ گرم نمک طعام) در مقادیر مشخصی آب، تهیه شد که هر کدام از محلول‌ها به‌ترتیب بیانگر وزن مخصوص (۱/۰۶۵،

۱/۰۶۹، ۱/۰۷۳، ۱/۰۷۷، ۱/۰۸۱، ۱/۰۸۵، ۱/۰۸۹، ۱/۰۹۳، ۱/۰۹۷ و ۱/۱۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) بودند. بدین ترتیب، وزن مخصوص را با شناور نمودن تخم‌مرغ در محلول‌های آماده شده به‌ترتیب از کمترین تا بیشترین غلظت شروع کرده و تا زمان ثابت ماندن تخم‌مرغ روی هر محلول، این کار ادامه داده شد. سرانجام پس از ثابت ماندن تخم‌مرغ در یک محلول، غلظت محلول تعیین شده بیانگر وزن مخصوص تخم-مرغ بود (Nowaczewski *et al*., 2010).

مقاومت پوسته تخم‌مرغ با استفاده از دستگاه مقاومت‌سنج (Zwick/Rocll,Co 91502084, Germany) تعیین شد. مقدار نیروی وارد شده به تخم‌مرغ در این دستگاه به‌شکل نموداری نشان داده شد که در این نمودار دو عدد ابتدا و انتهای نمودار بیانگر حداکثر و حداقل فشار اعمال شده به تخم‌مرغ بودند. فشار تا زمان مشاهده اولین ترک روی پوسته (شروع شکستگی) به تخم‌مرغ وارد شد. بدین ترتیب مقدار نیرو لازم جهت شکسته شدن تخم‌مرغ از تفاضل این دو عدد، بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع به‌دست آمد. هزینه خوراک برای تولید هر کیلوگرم تخم‌مرغ نیز از حاصل ضرب قیمت تمام شده یک کیلوگرم جیره در ضریب تبدیل خوراک به‌دست آمد.

جدول ۲- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره پایه مورد استفاده در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار

Table 2- Ingredients and chemical composition of the basal ration in laying hens

اجزای جیره (درصد) Feed ingredient (%)	(۵۰ تا۶۱ هفته) (50 to 61 weeks)	ترکیبات شیمیایی Chemical composition	(۵۰ تا۶۱ هفته) (50 to 61 weeks)
ذرت Corn	46.69	انرژی قابل متابولیسم AME (kcal/kg)	2850
کنجاله سویا با ۴۴ درصد پروتئین خام Soybean meal (44%CP)	28.3	پروتئین خام Crude protein (%)	17.5
گندم Wheat	10	فیبر خام Crude fiber (%)	2.31
روغن گیاهی سویا Soybean oil	2.83	کلسیم Calcium (%)	4.1
کربنات کلسیم Calcium carbonate	6.7	فسفر قابل دسترس Available phosphorous (%)	0.46
پودر صدف Limestone	3.35	آرژنین Argenin (%)	1.25
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	0.99	لیزین Lysine (%)	1.04
مکمل ویتامینی[1] Vitamin premix[1]	0.25	متیونین Methionine (%)	0.46
مکمل معدنی[2] Mineral premix[2]	0.25	متیونین + سیستئین Methionine + Cysteine (%)	0.75
نمک Common salt	0.34	تریپتوفان Threptophan (%)	0.24
دی- ال- متیونین DL-Methionine	0.3	اسید لینولئیک Linoleic acid (%)	1.1

[1] ویتامین‌های تأمین شده توسط مکمل ویتامینی مقادیر زیر را به‌ازای هر کیلوگرم جیره تأمین می‌نمودند: رتینول، ۸۸۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ آلفاتوکوفرول استات، ۱۶۵ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۴۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ منادیون، ۲۲ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱۵ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۴۸ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۳۵۰ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۸۰ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۲۵ میلی‌گرم؛ فولاسین، ۲۵ میلی‌گرم؛ سیانوکو بالامین، ۰/۱ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۱/۵ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۴۰۰۰ میلی‌گرم.

[2] مواد معدنی تأمین شده توسط مکمل معدنی مقادیر زیر را به‌ازای هر کیلوگرم جیره تأمین می‌نمودند: سلنیوم، ۲ میلی‌گرم؛ مس، ۱۰۵ میلی‌گرم؛ ید، ۹ میلی‌گرم؛ آهن،۶۶۰ میلی‌گرم؛ منگنز، ۸۰۰ میلی‌گرم و روی، ۸۰۰ میلی‌گرم.

[1] The vitamin premix supplied the followings per kg of diet: vitamin A: 88,000 IU; vitamin E: 165 IU; vitamin D3: 40,000 IU; vitamin K3: 22 mg; thiamine: 15 mg; riboflavin: 48 mg; pantothenate: 350 mg; niacin: 80 mg; vitamin B6: 25 mg; folic acid: 25 mg; vitamin B_{12}: 0.1 mg; Biotin: 1.5 mg; Colin chloride: 4,000 mg.

[2] The mineral premix supplied the followings per kg of diet: Se: 2 mg; Cu: 105 mg; I: 9 mg; Fe: 660 mg; Mn: 800 mg; Zn: 800 mg.

داده‌های جمع‌آوری شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab (2016) با رویه GLM تجزیه واریانس شدند و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح آماری پنج درصد استفاده شد. مدل آماری این طرح به شرح زیر بود.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk} \quad \text{(۵) معادله}$$

که در این معادله، Y_{ijk}: مقدار صفت مورد نظر؛ μ: میانگین کل؛ A_i: اثر سطح i بیوچار؛ B_j: اثر سطح j ویتامین C؛ $(AB)_{ij}$: اثر متقابل بیوچار و ویتامین C و e_{ijk}: اثر خطای آزمایش بود.

نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف بیوچار و ویتامین C و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار در دوره‌های مختلف پرورش در جدول ۳ نشان داده شده است. در تحقیق حاضر، تأثیر تیمارهای آزمایشی بر هیچ‌کدام از شاخص‌های عملکردی در کل دوره معنی‌دار نبود، به‌طوری‌که مصرف خوراک مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه شده با بیوچار دارا و فاقد ویتامین C در کل دوره، با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. با این حال، اثرات متقابل در دوره اول نشان داد که تیمارهای حاوی بیوچار در سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد مکمل معدنی فاقد ویتامین C، به‌طور معنی‌داری در مقایسه با همین تیمارها، ولی دارای ویتامین C، به‌ترتیب حدود شش درصد در سطح ۵۰ و ۵ درصد در سطح ۲۵ و نسبت به تیمار دارای ۷۵ درصد مکمل بیوچار فاقد ویتامین C حدود هشت درصد، مصرف خوراک را افزایش داد ($P<۰/۰۵$). به‌طور کلی در این دوره، افزودن ویتامین C به سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد مکمل بیوچار، سبب کاهش مصرف خوراک گردید، در حالی که افزودن آن به سطح ۷۵ درصد، سبب بهبود مصرف خوراک شد. این نتایج موافق با نتایج کارااوگلو و همکاران (Karaoglu *et al*., 2004) است که نشان دادند مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد هیومات، تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت، امّا وزن جوجه‌ها را بهبود داد. در آزمایش دیگری نیز نشان داده شد که با مصرف سطوح مختلف هیومات (۰/۱ و ۰/۲ درصد) و سطوح مختلف پروبیوتیک (۰/۱ و ۰/۲ درصد) در جیره مرغ‌های تخم‌گذار، مصرف خوراک تحت تأثیر قرار نگرفت (Yoruk *et al*., 2004). از آن جایی که بیوچار و مکمل معدنی هر دو دارای عناصر معدنی کم‌مصرف در ترکیب خود هستند، لذا با وجود خاصیت کیلاتوری ویتامین C و اسیدهای آلی هیومیک و فولویک موجود در ترکیب بیوچار، عناصر معدنی کم‌مصرف نیز در غلظت‌های پایین از طریق کیلات شدن با مواد آلی می‌توانند تأثیر مهمی را در بدن بدون تأثیر بر عملکرد داشته باشند (Zhang *et al*., 2017).

در پژوهش‌های متعددی که تأثیر ویتامین C را بر صفات عملکردی طیور بررسی نموده‌اند، نتایج متفاوتی حاصل شده است. در آزمایشی استفاده از ویتامین C به‌میزان ۲۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره، بر صفات عملکردی طیور از جمله وزن تخم‌مرغ، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک نسبت به گروه شاهد تأثیر معنی‌داری نداشت (Mohiti *et al*., 2007). کشاورز (Keshavarz, 1996)، نیز در پژوهشی عنوان کرد که افزودن مقادیر ۱۲۵ و۲۵۰ میلی‌گرم ویتامین C به هر کیلوگرم جیره، بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری نداشت. از آن جایی که دستگاه گوارش مرغ‌های تخم‌گذار به مراتب پیشرفته‌تر از جوجه‌های گوشتی است (National Research Council, NRC, 1994). به همین دلیل احتمال داده می‌شود که مرغ‌های تخم‌گذار در جذب عناصر معدنی بیوچار، قابلیت بیشتری نسبت به جوجه‌های گوشتی داشته باشند. با این فرض، در آزمایش حاضر احتمالاً نقش کیلاتوری ویتامین C نیز در جیره کمتر شده و بهبودی بر عملکرد در مقایسه با گروه شاهد نشان نداده است. امّا در آزمایش‌هایی که در خصوص تغذیه جوجه‌های گوشتی انجام شده، گزارش شد که با استفاده از اسید هیومیک در جیره، مصرف خوراک افزایش می‌یابد (Yasar *et al*., 2002). در نتایج پژوهش ساهین و همکاران (Sahin *et al*., 2003)، در خصوص ویتامین C نیز نشان داده شد که استفاده از ویتامین C و اسید فولیک در جیره بلدرچین ژاپنی تحت تنش حرارتی، سبب بهبود عملکرد نسبت به گروه شاهد شد، به‌طوری که مصرف خوراک و وزن آن‌ها نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری هم‌زمان با بهبود ضریب تبدیل خوراک افزایش یافت. در طی پژوهشی در خصوص ویتامین C، کسکان و همکاران (Coskun *et al*., 1998) عنوان کردند که افزودن۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در هر کیلوگرم جیره، سبب افزایش مصرف خوراک در گروه ۵۰ میلی‌گرم نسبت به گروه شاهد و ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C شد. علت اختلاف در تأثیر ویتامین C می‌تواند مربوط به شرایط پرورشی طیور باشد، به‌طوری که در شرایط تنش گرمایی افزودن ویتامین C به جیره طیور، طبق گزارش ساهین و همکاران (Sahin *et al*., 2003) اثرات مطلوبی بر عملکرد طیور نشان می‌دهد.

با توجه به عدم تأثیر بیوچار و ویتامین C بر مصرف خوراک مرغ‌های تخم‌گذار در کل دوره و رابطه مستقیم مصرف خوراک با وزن مرغ‌ها، اضافه وزن روزانه مرغ‌ها نیز در کل دوره، تحت تأثیر تیمارهای

آزمایشی قرار نگرفت. در توافق با نتایج حاصل از پژوهش حاضر، احمدی و کریمی‌ترشیزی (Ahmadi and Karimi Torshizi, 2015) نیز گزارش کردند که با استفاده از ۰/۶ درصد ورمی هوموس (به‌عنوان منبعی از اسید هیومیک)، ضمن کاهش مصرف خوراک، بهترین ضریب تبدیل خوراک در بلدرچین‌های ژاپنی حاصل شد، امّا افزایش وزن روزانه بدن تحت تأثیر قرار نگرفت. در آزمایش مذکور، بهبود ضریب تبدیل خوراک با مصرف اسید هیومیک به افزایش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک و نقش مفید این باکتری‌ها بر عملکرد پرنده نسبت داده شد (Karimi Torshizi, 2008). مطالعه محمدصادقی (Mohammad Sadeghi, 2018)، نیز نشان داد که با حذف کامل مکمل معدنی جیره و استفاده از کمپلکس مواد هیومیکی به‌عنوان جایگزین مکمل معدنی جیره جوجه‌های گوشتی، وزن بدن تحت تأثیر قرار نگرفت.

در گزارش دیگری سیاه‌پور و همکاران (Siahpour *et al*., 2010)، نشان دادند که با وجود حذف مکمل‌های ویتامینی و معدنی از جیره جوجه‌های گوشتی از سنین ۷، ۱۴ و۲۱ روزگی، با کاهش مصرف خوراک و اضافه وزن روزانه مواجه شده و به دنبال آن ضریب تبدیل خوراک افزایش یافت، ولی با حذف مکمل‌ها از سن ۲۸ و ۳۵ روزگی تأثیری بر عملکرد جوجه‌ها مشاهده نشد.

در مورد ویتامین C نیز گزارش‌ها نشان داد که در شرایط طبیعی پرورش، استفاده از این ویتامین بر افزایش وزن مرغ‌ها و مصرف خوراک تأثیری نداشت آجوون و همکاران (Ajuwon *et al*., 2002)، امّا مخالف با نتایج این پژوهش و نتایج مذکور، محققین در نتایج آزمایشی در خصوص افزایش وزن طیور نشان دادند که استفاده از اسید هیومیک در جیره بلدرچین‌های تخم‌گذار، سبب بهبود وزن و افزایش جذب کلسیم شد و بهره‌وری برخی عناصر دیگر را نیز بهبود بخشید (Avci *et al*., 2007). در تحقیقی میزان اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن نشان داد، به‌طوری‌که استفاده از اسید هیومیک در مقادیر صفر، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم در هر کیلوگرم جیره، در تغذیه جوجه‌های گوشتی نشان داد که بیشترین افزایش وزن روزانه، مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با ۲/۲۵ گرم اسید هیومیک بود (Arif *et al*., 2016). ویتامین C یکی از عوامل تغذیه‌ای است که قادر است بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار تأثیر مثبتی بگذارد. علت بهبود شاخص‌های عملکردی طیور با مصرف ویتامین C در نتایج برخی تحقیقات را می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی این ویتامین مرتبط دانست (Mc Dowell, 1989).

با وجود اثر معنی‌دار جیره آزمایشی بر مصرف خوراک دوره اول، در این دوره و در هیچ‌کدام از بازه‌های زمانی دیگر، اثرات اصلی بیوچار و ویتامین C و اثر متقابل آن‌ها بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نشد. در تحقیقات کایا و تانسر (Kaya and Tuncer, 2009)، روی جوجه‌های گوشتی نیز نشان داده شد که استفاده از ۲/۵ کیلوگرم اسید هیومیک در هر تن خوراک، با توجه به عدم تأثیر بر مصرف خوراک، تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن روزانه نیز نداشت. محققین در پژوهشی در مورد ویتامین C نیز نشان دادند که این ویتامین در شرایط طبیعی بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در مرغ‌های تخم‌گذار مؤثر واقع نشد (Newman and Leeson, 1999). تحقیقات جعفر و بلاها (Jaffar and Blaha, 1996)، نیز در همین خصوص روی جوجه‌های گوشتی انجام شد و نشان داد که این ویتامین در شرایط طبیعی، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک را تحت تأثیر قرار نداد.

مخالف با نتایج فوق در آزمایشی گزارش شد که تغذیه جوجه‌های گوشتی با ۰/۵ درصد مکمل هیومات، ضریب تبدیل خوراک را بهبود و وزن بدن جوجه‌ها را در ۴۲ روزگی، نسبت به گروه شاهد افزایش داد (Bailey *et al*., 1996). استفاده از اسید هیومیک در مقادیر صفر، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم در هر کیلوگرم جیره در تغذیه جوجه‌های گوشتی نشان داد که میزان ۲/۲۵ گرم اسید هیومیک در جیره، به‌طور معنی‌داری سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک نسبت به گروه شاهد شد (Arif *et al*., 2016). علت تفاوت عملکردی در نتایج استفاده از اسید هیومیک در جیره طیور را می‌توان به میزان استفاده از اسید هیومیک مرتبط دانست.

نتایج مربوط به فراسنجه‌های کیفی پوسته تخم‌مرغ در مرغ‌های تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی در دوره‌های مختلف پرورش مرغ‌های تخم‌گذار در جدول ۴ آورده شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که هیچ‌کدام از شاخص‌های کیفی پوسته تخم‌مرغ تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در کل دوره قرار نگرفتند. به‌طورکلی، با بررسی اثرات اصلی بیوچار و ویتامین C و اثرات متقابل آن‌ها در کل دوره، شاخص شکل تخم‌مرغ تحت تأثیر هیچ‌یک از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، امّا اثرات اصلی ویتامین C در دوره سوم نشان داد، جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C به‌طور معنی‌داری نسبت به جیره فاقد ویتامین، شاخص شکل تخم‌مرغ را حدود دو درصد کاهش داد ($P<0.05$). از آن جایی که این آزمایش در شرایط طبیعی و فاقد هر گونه تنش انجام شده است، در چنین شرایطی ویتامین C به‌مقدار کافی

در بدن پرنده ساخته می‌شود، لذا استفاده از ویتامین C در این شرایط، مازاد بر نیاز محسوب می‌شود. طبق گزارش گروس (Gross, 1988)، استفاده بیش از حد ویتامین C در جیره، اثرات نامطلوبی بر عملکرد مرغ‌ها داشت، بنابراین در تحقیق حاضر، استفاده مازاد این ویتامین در جیره پرنده، احتمالاً سبب تأثیر منفی بر پوسته و شکل تخم‌مرغ نیز شده است. با این حال این نتیجه نیاز به تحقیق و بررسی بیشتری دارد.

در پژوهشی مشخص شد که استفاده از ۱/۵ گرم مواد هیومیکی در هر کیلوگرم جیره، بر شاخص شکل تخم‌مرغ تولیدی نسبت به گروه شاهد تأثیر معنی‌داری نداشت (Yalçın *et al*., 2006). همچنین در آزمایشی دیگر گزارش شد که استفاده از سطوح ۰/۱ و ۰/۲ درصد هیومات در جیره مرغ تخم‌گذار بر شاخص شکل تخم‌مرغ تأثیر معنی-داری نداشت (Yoruk *et al*., 2004).

موافق با نتایج حاصل از این آزمایش در خصوص ویتامین C، رحمتی و همکاران (Rahmati *et al*., 2011) بیان نمودند که استفاده از مقادیر ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم ویتامین C در هر کیلوگرم جیره در سن ۳۸ هفتگی، بر شاخص شکل و وزن مخصوص تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری نداشت. پژوهش‌های ماسیت و همکاران (Macit *et al*., 2009) گویای تأثیر مکمل هیومات تا ۰/۳ درصد، بر بهبود شاخص شکل تخم‌مرغ بود، امّا این مقدار از مکمل هیومات بر وزن مخصوص و مقاومت پوسته تخم‌مرغ تأثیری نداشت. در تحقیقی استفاده از ویتامین C در سن ۳۵ هفتگی، بر شاخص شکل تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری داشت، به‌گونه‌ای که استفاده از ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین C نسبت به گروه شاهد، شاخص شکل تخم‌مرغ را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Saki *et al*., 2010).

سطوح مختلف مکمل بیوچار با و بدون ویتامین C، وزن مخصوص تخم‌مرغ را در هیچ‌یک از بازه‌های زمانی، تحت تأثیر قرار نداد. در گزارشی موافق با این پژوهش نشان داده شد که استفاده از سطوح ۰/۱ و ۰/۲ درصد هیومات در جیره تأثیر معنی‌داری بر وزن مخصوص تخم-مرغ نداشت (Yoruk *et al*., 2004). وزن مخصوص تخم‌مرغ یک فراسنجه پیچیده است که از آن برای اندازه‌گیری کیفیت پوسته تخم‌مرغ استفاده می‌شود (Harms *et al*., 1994). در گزارشی، استفاده از ویتامین C به‌مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره بر وزن مخصوص تخم‌مرغ تأثیر معنی‌داری نداشت (Ciftci *et al*., 2005). امّا بر اساس نتایج ساهین و ساهین (Sahin and Sahin, 2001)، استفاده از مکمل ویتامین C در جیره، وزن مخصوص تخم‌مرغ را نسبت به گروه شاهد افزایش داد.

مقاومت پوسته تخم‌مرغ، در هیچ‌یک از بازه‌های زمانی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، به‌طوری که جایگزینی بیوچار به‌جای مکمل معدنی جیره و همچنین استفاده همزمان آن با ویتامین C، مقاومتی مشابه با مقاومت پوسته شاهد نشان داد. موافق با نتایج حاصل از این پژوهش، می‌توان به پژوهشی که در خصوص استفاده از مواد هیومیکی در جیره مطرح شد اشاره نمود که استفاده از این ماده به‌مقدار ۱/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره، بر مقاومت پوسته تخم‌مرغ تأثیر معنی-داری نداشت (Yalçın *et al*., 2006). نتایجی مبنی بر تأثیر ویتامین C بر مقاومت پوسته تخم‌مرغ یافت نشد. پوسته نرم و شکننده تخم‌مرغ، به‌عنوان یکی از معضلات در پرورش مرغ‌های تخم‌گذار، به‌ویژه در دوره دوم تولید شناخته می‌شود، زیرا با افزایش سن مرغ‌های تخم‌گذار، از کیفیت پوسته تخم‌مرغ کاسته می‌شود. عناصر کم‌مصرف، کیفیت پوسته تخم‌مرغ را بهبود می‌بخشند سوویات کیویسز و همکاران (Swiatkiewicz *et al*., 2015)، لذا حضور این عناصر در ترکیب بیوچار حائز اهمیت است. با این حال، با وجود جایگزینی بیوچار با مکمل معدنی، کیفیت پوسته تغییر نکرده و کیفیتی مشابه گروه شاهد مشاهده شد، که این نتیجه نیز بیانگر کافی بودن عناصر معدنی موجود در بیوچار است.

یکی دیگر از عواملی که بر کیفیت پوسته تخم‌مرغ تأثیر می‌گذارد، اثر ضدیت بین عناصر معدنی از جمله دو عنصر آهن و روی در جیره است، لذا این اثر ضدیت در ترکیب بیوچار وجود نداشته و از این طریق بر کیفیت پوسته نیز تأثیر منفی نشان نداد. مخالف با این آزمایش، در تحقیقی با افزایش سطح آهن و کاهش سطح روی در عناصر معدنی جیره، مقاومت پوسته تخم‌مرغ افزایش یافت، در صورتی که با افزایش همزمان سطح هر دو عنصر در جیره، مقاومت پوسته با اثر ضدیت این دو عنصر و تداخل در جذب آن‌ها کاهش پیدا کرد (Dayyani *et al*., 2013).

جدول ۳- تأثیر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار در دوره‌های مختلف پرورش

Table 3- The effect of deitary treatments on laying hens performance in different periods

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	مصرف خوراک (گرم/مرغ/روز) Feed intake (g/hen/day)				ضریب تبدیل خوراک (گرم خوراک مصرفی/گرم تخم‌مرغ تولیدی) Feed conversion ratio (g feed/g egg)				افزایش وزن روزانه (گرم/مرغ/روز) Daily weight gain (g/hen/day)		
	50-53w [۲]	54-57w	58-61w	50-61w	50-53w	54-57w	58-61w	50-61w	50-53w	58-61w	50-61w
بیوچار Biochar (%RMS)[1]											
0	98.79 [a]	113.7	114.8	109.1	1.666	1.854	1.847	1.791	12470	13170	0.969
25	99.19 [a]	115.3	119	111.2	1.656	1.848	1.852	1.788	12720	13460	1.019
50	98.51 [ab]	114.3	114.6	109.1	1.650	1.860	1.816	1.777	12550	13180	0.886
75	96.29 [b]	112.9	113.3	107.5	1.617	1.826	1.782	1.743	12780	13250	0.652
100	98.96 [a]	115.7	117.5	110.7	1.682	1.876	1.852	1.806	12790	13340	0.772
SEM	0.617	1.077	2.443	1.215	0.017	0.025	0.043	0.026	0.135	0.127	0.142
P-value	0.013	0.346	0.468	0.232	0.120	0.720	0.727	0.526	0.346	0.471	0.371
ویتامین C Vitamin C (mg/kg)											
0	98.85	115	116.3	110.1	1.670	1.875	1.848	1.799	12630	13310	0.945
100	97.84	113.8	115.3	109.0	1.639	1.832	1.811	1.762	12690	13250	0.774
SEM	0.390	0.681	1.545	0.768	0.011	0.016	0.027	0.016	0.086	0.080	0.090
P-value	0.073	0.229	0.631	0.325	0.055	0.064	0.339	0.119	0.624	0.579	0.186
ویتامین C × بیوچار Biochar□vitamin C											
0×0	97.72 [abcd]	114.9	115.6	109.4	1.683	1.912	1.890	1.830	12390	13200	1.132
0×100	99.86 [ab]	112.6	113.9	108.8	1.650	1.797	1.805	1.752	12550	13130	0.807
25×0	101.41 [a]	115.4	119.1	112.0	1.699	1.865	1.872	1.814	12940	13690	1.047
25×100	96.98 [bcd]	115.2	118.8	110.4	1.614	1.832	1.832	1.762	12510	13220	0.990
50×0	101.57 [a]	114.2	113.2	109.7	1.703	1.855	1.797	1.786	12450	12980	0.739
50×100	95.45 [cd]	114.3	116	108.6	1.598	1.865	1.834	1.768	12640	13390	1.033
75×0	94.22 [d]	112.2	112.7	106.4	1.597	1.834	1.793	1.744	12510	13160	0.911
75×100	98.36 [abc]	113.5	113.8	108.6	1.636	1.819	1.771	1.743	13060	13340	0.393
100×0	99.36 [abc]	118	121.1	112.8	1.666	1.906	1.890	1.823	12880	13520	0.897
100×100	98.55 [abc]	113.4	113.8	108.6	1.697	1.846	1.814	1.788	12700	13160	0.647
SEM	0.873	1.523	3.455	1.718	0.025	0.036	0.061	0.037	0.191	0.179	0.201
P-value	0.0001	0.338	0.649	0.481	0.014	0.465	0.863	0.850	0.120	0.100	0.337

[a,b] میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

[۱] جایگزین مکمل معدنی.

w: هفته‌ها

[a,b] Means within same collumn with different superscripts differ ($P<0.05$).

[1] Replacement Mineral Supplementation

w: weeks

جدول ٤- تأثیر جیره‌های آزمایشی بر کیفیت پوسته تخم‌مرغ در دوره‌های مختلف پرورش

Table 4- The effect of deitary treatments on egg shell quality in different periods

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	شاخص شکل تخم‌مرغ (٪) shape index (%)				وزن مخصوص تخم‌مرغ (گرم بر سانتی‌متر مکعب) egg specific gravity (g/cm^3)				مقاومت پوسته تخم‌مرغ (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) egg breaking strength (kg/cm^2)			
	50-53w	54-57w	58-61w	50-61w	50-53w	54-57w	58-61w	50-61w	50-53w	54-57w	58-61w	50-61w
بیوچار Biochar (%RMS)[1]												
0	80.99	78.35	77.95	79.10	1.085	1.086	1.076	1.083	36.19	32.96	31.15	33.44
25	79.05	78.71	79.01	78.93	1.087	1.093	1.079	1.086	37.15	35.42	33.05	35.15
50	79.30	78.08	79.21	78.87	1.087	1.087	1.079	1.085	38.06	33.15	30.87	34.03
75	78.25	79.40	78.02	78.56	1.083	1.085	1.080	1.082	35.32	30.98	30.18	32.47
100	77.69	78.17	78.36	78.07	1.089	1.088	1.081	1.086	33.99	31.00	29.93	31.94
SEM	0.865	0.687	0.737	0.498	0.002	0.003	0.002	0.001	1.456	1.354	1.598	1.086
P-value	0.097	0.659	0.659	0.626	0.335	0.241	0.329	0.189	0.344	0.139	0.671	0.261
ویتامین C Vitamin C (mg/kg)												
0	78.93	78.12	79.23[a]	78.76	1.087	1.089	1.080	1.085	36.74	33.13	31.19	33.51
100	79.18	78.96	77.79[b]	78.65	1.085	1.087	1.078	1.083	35.55	32.27	30.88	33.30
SEM	0.547	0.434	0.466	0.315	0.001	0.002	0.001	0.001	0.921	0.857	1.011	0.687
P-value	0.750	0.179	0.034	0.791	0.247	0.521	0.107	0.102	0.369	0.484	0.833	0.826
ویتامین C × بیوچار Biochar *Vitamin C												
0×0	82.50	78.98	78.37	79.95	1.084	1.086	1.079	1.083	40.09	34.61	32.33	35.69
0×100	79.49	77.73	77.54	78.25	1.086	1.087	1.073	1.082	32.29	31.31	29.96	31.19
25×0	77.87	77.70	79.17	78.25	1.086	1.091	0.080	1.086	36.12	33.95	34.39	34.71
25×100	80.23	79.72	78.86	79.61	1.089	1.095	1.077	1.087	38.17	36.88	31.71	35.59
50×0	78.53	77.66	79.40	78.53	1.087	1.092	1.080	1.086	38.14	32.68	30.55	33.79
50×100	80.07	78.51	79.02	79.20	1.086	1.083	1.079	1.083	37.99	33.61	31.19	34.26
75×0	77.81	78.58	79.60	78.66	1.087	1.088	1.081	1.085	34.27	32.36	28.94	31.47
75×100	78.69	80.22	76.44	78.45	1.080	1.083	1.079	1.080	36.37	29.60	31.42	33.47
100×0	77.96	77.71	79.64	78.44	1.092	1.088	1.081	1.087	35.05	32.05	29.73	31.90
100×100	77.43	78.64	77.08	77.71	1.085	1.088	1.082	1.085	32.94	29.96	30.14	31.98
SEM	1.223	0.972	1.043	0.704	0.003	0.004	0.002	0.002	2.058	1.909	2.260	1.533
P-value	0.224	0.503	0.530	0.242	0.288	0.393	0.665	0.576	0.109	0.437	0.760	0.324

میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$).

[1] جایگزین مکمل معدنی.

W: هفته‌ها.

Means within same collumn with different superscripts differ ($P<0.05$).

Replacement Mineral Supplementation

w: weeks

نتایج مربوط به هزینه خوراک مصرفی برای تولید هر کیلوگرم تخم‌مرغ در کل دوره پرورش مرغ‌های تخم‌گذار در جدول ۵ نشان داده شده است. هزینه هر کیلوگرم تخم‌مرغ با جایگزینی بیوچار و ویتامین C با مکمل معدنی جیره، تغییر نکرد. مطابق با نتایج این آزمایش، در گزارشی مبنی بر حذف مکمل‌های ویتامینی و معدنی از جیره جوجه‌های گوشتی، عدم تغییر بر عملکرد رشد و هزینه خوراک نسبت به گروه شاهد در دو هفته پایانی دوره پرورش مشاهده شد، امّا در هفته پایانی دوره پرورش، هزینه‌های جیره بدون تأثیر نامطلوب بر عملکرد، کاهش یافت (Siahpour *et al*., 2010).

جدول ۵- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر هزینه خوراک مصرفی برای هر کیلوگرم تخم‌مرغ در کل دوره پرورش مرغ‌های تخم‌گذار

Table 5- The effect of deitary treatments on cost of feed consumed per kg egg in over the whole period laying hens

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	قیمت تولید هر کیلوگرم تخم‌مرغ (ریال)
بیوچار Biochar (% RMS)[1]	
0	42000
25	41886
50	41508
75	40642
100	41993
SEM	608.4
P-value	0.477
ویتامین C Vitamin C (mg/kg)	
0	41903
100	41309
SEM	384.8
P-value	0.282
ویتامین C × بیوچار Biochar×Vitamin C	
0×0	42804
0×100	41195
25×0	42337
25×100	41435
50×0	41585
50×100	41431
75×0	40511
75×100	40773
100×0	42276
100×100	41710
SEM	860.4
P-value	0.845

[a,b] میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<0.05).

[۱] جایگزین مکمل معدنی.

[a,b] Means within same collumn with different superscripts differ (P<0.05).

[1] Replacement Mineral Supplementation

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، با توجه به نتایج آزمایش حاضر می‌توان بیان کرد، استفاده از بیوچار در جیره مرغهای تخم‌گذار به‌عنوان جایگزین مکمل معدنی جیره در تمامی سطوح علاوه‌بر عدم تأثیر این ترکیب بر عملکرد و فراسنجه‌های کیفی پوسته تخم‌مرغ، هزینه‌ای مشابه گروه شاهد نیز داشت. افزودن ویتامین C نیز به بیوچار در هنگام جایگزینی با مکمل معدنی جیره، بهبودی بر عملکرد و فراسنجه‌های کیفی پوسته تخم‌مرغ حاصل نکرد، امّا از نظر اقتصادی مشابه گروه شاهد شد.

بنابراین، به‌دلیل در دسترس بودن و هزینه پایین تولید بیوچار نسبت به مکمل معدنی جیره می‌توان بیوچار را بدون ویتامین C و به‌عنوان جایگزینی برای مکمل معدنی در جیره مرغهای تخم‌گذار در تمامی سطوح و بدون هیچ‌گونه تأثیر زیان‌بخش استفاده کرد.

References

1. Ahmadi, M., & Karimi Torshizi, M. A. (2015). Evaluation of vermicompost supplementation in Japanese quail diet. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *7*(1), 66-76. (In Persian).
2. Ajuwon, K. M., Matanmi, O., & Daniyan, O. C. (2002). Effect of water sources and ascorbic supplementation on egg quality and production parameters of laying hens. *Livestock Research for Rural Development*, *14*, 6.
3. Arif, M., Rehman, A., & Saeed, M. (2016). Impacts of dietary humic acid supplementation on growth performance, some blood metabolites and carcass traits of broiler chicks. *Indian Journal of Animal Sciences*, *86*(9), 1073–1078.
4. Avci, M., Denek, N., & Kaplan, O. (2007). Effects of humic acid at different levels on growth performance, carcass yields and some biochemical parameters of quails. *Journal of Animal Veterinary Advances*, *6*, 1-4.
5. Bailey, C. A., White, K. E., & Donke, S. L. (1996). Evaluation of menefeehumate TM on the performance of broilers. *Poultry Science*, *75*, 84.
6. Beesley, L., & Dickinson, N. (2011). Carbon and trace element fluxes in the pore water of an urban soil following greenwaste compost, woody and biochar amendments, inoculated with the earthworm lumbricus terrestris. *Soil Biology and Biochemistry*, *43*(1), 188-196. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.09.035.
7. Ciftci, M., Ertas, O. N., & Guler, T. (2005). Effects of vitamin E and vitamin C dietary supplementation on egg production and egg quality of laying hens exposed to achronic heat stress. *Revue Medicina Veterinarni*, *156*(2), 107-111.
8. Coskun, B., Inal, F., Erganis, O., Kuyucuoglu, Y., Ok, Ü., Çelik, I., Tiftik, A. M., & Kurtoglu, F. (1998). The effects of various level of ascorbic acid on the immunity and egg yield of laying hens. *Turkish Journal Veterinarni Animal Science*, *22*, 29-35.
9. Dayyani, N., BeykiBandarAbadi, M., & Amirabadi Farhani, A. (2013). Cheated minerals in animal nutrition. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, *1*(11), 1387-1391.
10. Elalfy, M., Adly, A. A., Ismail, E., & Elalfy, O. (2015). June. Efficacy and safety of vitamin C as an adjuvant to iron chelation therapy in young patients with B-thalassemia major: A randomized prospective trial. In Haematologica (Vol. 100, pp. 131-131). Via giuseppe belli 4, 27100 pavia, italy: ferrata stortifoundation. https://doi.org/10.1111/ejh.12594.
11. Gerlach, H., & Schmidt, H. P. (2012). Biochar in poultry farming. *Ithaka Journal*, *1*, 262–264.
12. Gross, W. (1988). Effect of ascorbic acid on antibody response of stressed and unstressed chickens. *Avian Diseases*, *32*, 483-485.
13. Harms, R. H., Abdallah, A. G., & Slona, D. R. (1994). Error in measuring Hens. *Annals of Animal Science*, *15*(3), 711-723.
14. Hayirli, A., Esenbuga, N., Macit, M., Lacin, E., Karaoglu, M., Karaca, H., & Yildiz, L. (2005). Nutrition practice to alleviate the adverse effects of stress on laying performance, metabolic profile and egg quality in peak producing hens. *Journal of Animal Science*, *18*, 1310-1319.
15. Jaffar, G. H., & Blaha, J. (1996). Effect of ascorbic acid supplementation in drinking water on growth rate, feed consumption and feed efficiency of broiler chickens maintained under acute heat stress conditions. *Zivocisna Vyroba*, *41*, 485-490.
16. Karaoglu, M., Macit, M., Esenbuga, N., Durdag, H., Turgut, L., & Bilgin, O. (2004). Effect of supplemental humate nat different levels on the growth performance, slaughter and carcasstraits of broilers. *International Journal of Poultry Science*, *3*, 406-410.
17. Karimi Torshizi, M. A., Rahimi, S., Mojgani, N., Esmaeilkhanian, S., & Grimes, J. (2008). Screening of indigenous strains of lactic acid bacteria for development of a probiotic for poultry. Asian-*Australian Journal of Animal Science*, *21*, 1495-1500. (In Persian).
18. Kaya, C. A., & Tuncer, S. D. (2009). The effects of humates on fattening performance, carcass quality and some blood parameters of broilers. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, *8*, 281-284.
19. Keshavarz, K. (1996). The effect of different levels of vitamin C and cholecalsiferol with adequate or marginal levels of dietary calcium on performance and egg shell quality of laying hens. *Poultry Science*, *75*, 1227-1235. https://doi.org/10.3382/ps.0751227.

20. Lala, A. O., Kwelum, N. O., So, A. O. O., Ajao, A. O., & Degbenjo, A. A. A., (2017). Response of broiler chickens to varying dosage of humic acid in drinking water. *National Animal Production Research Institute*, *29*(1), 288-294.
21. Lehmann, J., & Joseph, S. (Eds). (2009). Biochar for Environmental Management: *Science and Technology*. 416 p. Earthscan London and Sterling, VA.
22. Macit, M., Elebi, S. C., Senbuga, N. E., & Araca, H. K. (2009). Effects of dietary humate supplementation on performance, egg quality and egg yolk fatty acid composition in layers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *89*, 315-319. https://doi.org/10.1002/jsfa.3447.
23. Mc Dowell, L. R. (1989). Vitamins in animal nutrition comparative aspects to human nutrition Vitamin C. pages 365-387. Academic Press, London.
24. Mohammad Sadeghi, F. (2019). Study of substitutintg the mineral premixe diet with complex of humic material and its combination with probiotics on performance, intestinal morphology, immune response and meat quality of broilers. M.Sc. thesis. Shahid Bahonar University of Kerman, Iran, 228, 1-4.
25. Mohiti Asli, M., Hosseini, S. A., Lotfollahian, H., & Shariatmadari, F. (2007). Effect of probiotics, yeast, vitamin E and vitamin C supplements on performance and immune response of laying hen during high environmental temperature. *International Journal of Poultry Science*, *6*(12), 895-900.
26. National Research Council, NRC. (1994). Nutrient requirements of poultry. 9th ed. National Academy Press. Washington, DC.
27. Newman, S., & Leeson, S. (1999). The effect of dietary supplementation with 1, 25 dihydroxycholecalsifrol or vitamin C on the characteristics of the tibia of older laying hens. *Poultry Science*, *78*, 85-90. https://doi.org/10.1093/ps/78.1.85.
28. Nowaczewski, S., Kontetecka, H., Rosinski, A., Koberling, S., & Koronowski, P. (2010). Egg quality of Japanese quail depending on layer age and storage time. *Folia Biologica*, *58*, 201-207. https://doi.org/10.3409/fb58_3-4.201-207.
29. Olobatoke, R. Y., & Mulugeta, S. D. (2011). Effect of dietary garlic powder on layer performance, fecal bacterial load, and egg quality. *Poultry Science*, *90*(3), 665-670. https://doi.org/10.3382/ps.2010-00736.
30. Parks, C., Ferket, P. R., Thomas, L. N., & Grimes, J. L. (1986). Growth performance and immunity of turkeys fed high and low crude protein diets supplemented with Menefee humate. *Poultry Science*, *75*, 138-143.
31. Rahmati, M. M. H., Saki, A. A., Zamani, P., Eskandarlo, A., & TahmasbPour, B. (2011). Effect of vitamin C on performance, egg characteristics and some blood biochemical parameters in laying hens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *3*(3), 236-242.
32. Sahin, N., & Sahin, K. (2001). Optimal dietary concentrations of vitamin C and chromiumpicolinate for alleviating the effect of low ambient temperature (6.2°C) on egg production, some egg characteristics and nutrient digestibility in laying hens. *Veterinarni Medicina*, *46*, 229- 236. https://doi.org/10.1002/jtra.10014.
33. Sahin, K., Sahin, N., Onderci, M., Gursu, M. F., & Issi, M. (2003). Vitamin C and E can alleviate negative effects of heat stress in Japanese quails. *Food Agriculture and Environment*, *2*, 244-249.
34. Saki, A. A., Rahmati, M. M. H., Zamani, P., Zaboli, Kh., & Matin, H. R. H. (2010). Can vitamin C elevate laying hen performance, egg and plasma characteristics under normal environmental temperature? *Italian Journal of Animal Science*, *9*, 3.
35. Siahpour, S., Karimi Torshizi, M. A., Shariatmadari, F., & Nick Nafs, F. (2010). Investigating the effect of mineral and vitamin supplementation time on growth and economic performance of broiler chickens. *Journal of Veterinary Research*, *65*(1), 13-18. (In Persian).
36. Swiatkiewicz, S., Arczewska-Włosek, A., Krawczyk, J., Puchała, M., & Jozefiak, D. (2015). Dietary factors improving eggshell quality: An updated review with special emphasis on microelements and feed additives. *World's Poultry Science Journal*, *71*, 83-94. https://doi.org/10.1017/S0043933915000082.
37. Yalçın, S., Ergün, A., Özsoy, B., Yalçın, S., Erol, H., & Onbaşılar, İ. (2006). The effects of dietary supplementation of L-carnitine and humic substances on performance, egg traits and blood parameters in laying hens. Asian-Aust. *Journal Animal Science*, *19*(10), 1478-1483. https://doi.org/10.5713/ajas.2006.1478.
38. Yasar, S., Gokcimen, A., Altunas, I., Yonden, Z., & Petekkaya, E. (2002). Performance and ileal histomorphology of rats treated with humic acid preparations. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 86, 257-264. https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.2002.00383.x
39. Yoruk, M., Gul, M., Hayirli, A., & Macit, M. (2004). The effects of supplementation of humate and probiotic on egg production and quality parameters during the late laying period in hens. *Poultry Science Journal*, *83*, 84-88. https://doi.org/10.1093/ps/83.1.84.
40. Zhang, Y., Wang, N. J., Zhang, H. J., Wu, S. G., & Qi, H. G. (2017). Effect of dietary supplementation of organic or inorganic manganese on eggshell quality, ultrastructure, and components in laying hens. *Poultry Science*, *96*, 2184-2193.